

PAT-NO: JP355094740A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 55094740 A  
TITLE: BONDING METHOD FOR TWO METALLIC  
PARTS  
PUBN-DATE: July 18, 1980

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
KANAMARU, NAONOBU  
OKABE, MOEO  
TATSUMI, SHIGEO  
SHOJI, AKIRA

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP54000699  
APPL-DATE: January 10, 1979  
INT-CL (IPC): B21D039/00  
US-CL-CURRENT: 29/515, 29/520 , 403/274

## ABSTRACT:

PURPOSE: To simply obtain the mechanically strong bond of the outer surface of the part like as shaft, cylinder, etc., and the part possessing hollow part corresponding to the outer surface of the former part, by forming the unevenness in the bottom of groove of the outer surface of the former part, and by causing sufficient flow of the latter part into the former part through the

cold work.

CONSTITUTION: In the outer surface of the hollow boss 100 of metallic part like as a shaft, disk, or the rotary machine especially requiring large turning torque, the groove 101 is formed, and the bottom of this groove 101 is knurled 102. Meanwhile, the disk 200 is made of steel possessing the deformation resistance smaller than that of the boss 100; and this disk 200 possesses the thickness ( $t$ ) larger than the breadth  $B$  of the groove 101, and the hollow part 201 of diameter  $D<SB>2</SB>$  approximately equal to the outer diameter  $D<SB>1</SB>$  at neighborhood of the groove 101. The disk 200 is located at the outer surface near the groove 101; and the end face near the hollow part of the disk 200 is plastically deformed through the cold work using the dies; hereby, a part of the disk 200 is caused to flow into the groove 101. Hereupon, the depth ( $h$ ) of cold work is specified so as to satisfy the relation  $0 \leq S/b \leq 3/4$ , in which ( $b$ ) is the breadth of tip of dies and  $S$  is the distance up to the upper end of the groove 101; besides, a prestress smaller than the deformation resistance is given to the disk 200; and above stated fluidization is sufficiently caused.

COPYRIGHT: (C)1980, JPO&Japio

⑯ 日本国特許庁 (JP) ⑰ 特許出願公開  
⑰ 公開特許公報 (A) 昭55—94740

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 21 D 39/00

識別記号 庁内整理番号  
6441—4E

⑯ 公開 昭和55年(1980)7月18日

発明の数 3  
審査請求 有

(全 9 頁)

④ 2 個の金属部材の結合方法

① 特 願 昭54—699  
② 出 願 昭54(1979)1月10日  
③ 発明者 金丸尚信  
勝田市大字高場2520番地株式会  
社日立製作所佐和工場内  
④ 発明者 岡部崩生  
勝田市大字高場2520番地株式会  
社日立製作所佐和工場内

⑤ 発明者 立見栄男

勝田市大字高場2520番地株式会  
社日立製作所佐和工場内

⑥ 発明者 東海林昭

勝田市大字高場2520番地株式会  
社日立製作所佐和工場内

⑦ 出願人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号

⑧ 代理人 弁理士 高橋明夫

明細書

発明の名称 2 個の金属部材の結合方法

特許請求の範囲

1. 金属材料からなる軸、円筒等の第1の部材の外周に、第1の部材より変形抵抗の小さい金属材料からなり前記第1の部材の外周に対応する中空部を有する第2の部材を結合するものにおいて、第1の部材の外周にその円周方向に添つて溝を設け、該溝の底にローレット加工等により凹凸部を形成し、前記溝付近外周に第2の部材の中空部を位置させ、第2の部材の中空部近傍の端面を金型で冷間加工して塑性変形させることにより第1の部材の溝中に第2の部材の一部を流动させ、もつて第1の部材と第2の部材とを結合することを特徴とする2個の金属部材の結合方法。

2. 第1の部材が中空ボスであり、第2の部材がカップ状のフライホイールであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の2個の金属部材の結合方法。

3. 第1の部材が軸であり、第2の部材が歯車であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の2個の金属部材の結合方法。

4. 金属材料からなる軸、円筒等の第1の部材の外周に、第1の部材より変形抵抗の小さい金属材料からなり前記第1の部材の外周に対応する中空部を有する第2の部材を結合するものにおいて、第1の部材の外周にその円周方向に添つて溝を設け、該溝の底にローレット加工等により凹凸部を形成し、前記溝付近外周に第2の部材の中空部を位置させ、第2の部材の中空部近傍の端面を、先端の幅bの金型で、前記溝の上端までの距離Sが $0 \leq S / b \leq 3 / 4$ になる深さまで冷間加圧して塑性変形させることにより、前記溝中に第2の部材の一部を流动させ、もつて第1の部材と第2の部材とを結合することを特徴とする2個の金属部材の結合方法。

5. 金属材料からなる軸、円筒等の第1の部材の外周に、第1の部材より変形抵抗の小さい金属材料からなり前記第1の部材の外周に対応する

中空部を有する第2の部材を結合するものにおいて、第1の部材の外周にその円周方向に添つて溝を設け、該溝の底にローレット加工等により凹凸部を形成し、前記溝付近外周に第2の部材の中空部を位置させ、第2の部材に、該部材の変形抵抗より小さい予応力を加えた状態で、第2の部材の中空部近傍の端面を金型で冷間加圧して塑性変形せることにより第1の部材の溝中に第2の部材の一部を流动させ、もつて第1の部材と第2の部材とを結合することを特徴とする2個の金属部材の結合方法。

6. 第2の部材に予応力を加える手段として、第2の部材の端面を金型で拘束し、該端面に直角な方向から荷重を加えるようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の2個の金属部材の結合方法。

7. 第2の部材に予応力を加える手段として、第2の部材の端面及び外周面を金型で拘束し、該端面に直角な方向から荷重を加えるようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の

(3)

方法である。

しかし、この方法では、第3図に示すように、溝1a中に円板の一部が完全に嵌い込まず、空隙部ギャップを生ずる。

これは、第4図に示すように、加圧時、中空円板2が金型3、4に接するのは凸部3a、4a部分のみであり、他の部分は加圧されていない、換言すると拘束されていない。そのため、金型で円板の端部を押し、内部応力 $\sigma_s$ が発生しても、この応力でより拘束の小さい円板外方部分が変形してしまい、溝部のみに局部的に、充分な塑性変形を生ずる程度の大きさの応力を生じさせることができないのである。

また、この方式によると、結合途中上下の加圧力にアンバランスを生じた場合、円板に反りを生じ、この状態で円板の一部が溝内に嵌入する。そして金型が最終行程まで移行した時円板の反りはなくなり平坦度が得られるが、溝部分に着目すれば、前記反りの矯正の結果空隙部を生じ、軸と円板の密着が完全でないために強度が低下する欠点

(5)

## 2個の金属部材の結合方法。

### 発明の詳細な説明

本発明は軸と円板のような2個の金属部材を直接結合する方法に係り、特に大きな回転トルクの必要とされる回転機器の分野に適した結合方法を提供することにある。

2個の金属材料からなる被結合部材を直接に結合する方法としては、圧入がある。

しかし、圧入法では、強度に限界があり、特に衝撃に弱い。また錫鉄のように伸びのない部材の場合、所要の強度が得られない、などの欠点を有する。

また、2個の被結合物体を、直接結合する方法として、第1～第2図に示す方法も知られている。

すなわち、シャフト1の段部に中空円板2を直接、接合する方法である。シャフト1には溝1aが設けられている。接合方法は、第2図に示す如く、各々凸部3a、4aを有する上下の金型3、4により、円板2の端部を押し、シャフトの溝1aに円板の接合部を嵌い込ませ、結合力を得る

(4)

がある。

以上の理由から第1～第2図に示す結合方式では高い結合強度特に、大きな回転トルクに耐える結合力が得られない。

本発明の目的は、2個の金属部材を直接結合するものにおいて、機械的に強固な結合が簡単に得られる結合方法を提供することにある。

本発明の特徴は、第1の結合部材の外周に溝を設け、該溝の底にローレット加工等により凹凸部を形成し、第1の部材と結合すべき第2の部材の一部を冷間加圧して前記溝中へ流动させ、もつて第1の部材と第2の部材とを結合することにある。

以下図に從つて本発明の一実施例を説明する。

まず、第5図～第9図において、ボスと円板の結合の例を示す。

第5図において、100は鋼(S38C)製の中空ボスで、その径大部外周には溝101が設けられ、該溝の底には第6図に示すローレット102がほどこされている。溝の平均深さH<sub>0</sub>は0.2～1.0mm、ローレットの高さH<sub>1</sub>も0.2～

(6)

1.0 mm 程度がよい。

一方、円板 200 は、ボスより変形抵抗の小さい鋼材 (S PHC) からなり、第7図に示すようにボスの溝 101 の幅 B より大きい板厚 t を有し、かつ、ボスの溝 101 附近の外径 D<sub>1</sub> とほぼ等しい（すきまばめ）径 D<sub>2</sub> の中空部 201 を有する。

第8図は本発明における結合工程を示す。

100 はボスでプレスのボルスター 410 上に設置された下型 400 に凹部 401 で保持されている。そしてボス 410 はプレスのボルスターで、これに下型 400 が設置され、下型の凹部 401 にボス 100 が保持される。

一方、下型の平面部 402 で円板 200 を保持している。この状態でボスの溝 101 と円板 200 とは所定の位置に置かれる。

上押え板 300 の中空部には雄型 500 が配置される。

601 は雄型數で、スライド 602 に連結されている。

ばね押え上板 603、ばね 604、ばね押え下

(7)

雄型 500 の先端 501 が円板 200 の中空部近傍を加圧する。この時、円板には、前記変形抵抗  $\sigma_1$  より大きい応力  $\sigma_2$  が作用し、この応力  $\sigma_2$  により円板の中空部 201 に近い部分が塑性変形し、ボス 100 の溝 101 内に流入する。

円板 200 が予めその上下面から加圧され、予応力  $\sigma_0$  が発生しているため、雄型 500 で加圧した際円板の塑性変形は中空部 201 に近い部分のみに限られ、他の部分の変形は阻止される。これにより、円板の一部が溝 101 のローレット内に充分に流入する。

円板が鋼材 (S PHC) の場合、 $\sigma_0 = 5 \sim 1.5 \text{ Kg/mm}^2$ 、 $\sigma_2 = 150 \sim 180 \text{ Kg/mm}^2$  程度とするのがよい。これに必要な予荷重は、円板外径が 100 mm の場合、約 30 トンとし、また、雄型 500 による荷重を約 30 ~ 40 トンとすればよい。

第9図は結合完了後の外観を示す。円板 200 には、雄型 500 の先端 501 で加圧された際に形成される凹部 203 があるが、その深さ  $h$  は溝

(9)

板 605、ばねガイド 606、がスライド 602 と上押え板 300 間に配置されている。ばね押え上板 603 はスライド 602 に固定されている。また、上押え板 300 は溝 303 の部分においてボルト 607 を介してばね押え上板 603 で保持されている。

結合工程（冷間）においては、スライド 602 の下降と共に雄型數 501、雄型 500、上押え板 300 が下降してくるが、上押え板 300 の溝 303 とボルト 607 の頭の間にギヤツブがあるため、雄型 500 で円板 200 を加圧する前に上押え板 300 の平面部 302 で円板 200 の端面が加圧される。この加圧力はスライド 602 からばね押え上板 603、ばね 604 を介して円板 200 の端面に直角な方向から加えられる。

これによつて円板 200 には、下型、上押え板の各平面部 302、402 に直角な方向に予応力  $\sigma_0$  が作用している。この予応力は円板の変形抵抗  $\sigma_1$  より小さい。

この状態でさらにスライド 602 が下降すると

(8)

の深さ H の約 1 ~ 2 倍程度、望ましくは 0.6 ~ 1.0 mm 程度がよい。

凹部 203 の体積  $V$  (第10図) は、溝 101 内に円板 200 の一部が充分に流入するようにして定めるべきである。

それには、溝 101 の体積  $V$  に相当する量と、他の部分へ逃げる量、例えば円板がその半径方向外側へ伸びる量等との合計量にする必要がある。円板の下端面に予荷重を与えておくと他の部分への逃げ量は比較的少くなり、 $V = 1.5 V \sim 2.0 V$  程度よい。そして、 $V$  を確保するために凹部深さ  $h$  を深くすると山板の板厚が薄くなり、該部分に応力集中を生じ強度が低下する。また、凹部 203 の底から溝 101 の上端までの距離 S が非常に小さかつたり、あるいは逆にマイナス側になると溝 101 内に挿入された材料の緊迫力が解除され、結合力が低下する。このように凹部深さ  $h$  には一定の制約がある。

以上の理由から、凹部 203 の幅  $b$  と溝 101 の幅 B との関係を、 $0.5 B \leq b \leq 1.5 B$  とするの

(10)

が望ましい。

凹部 203 は円板の中空部内縁端にできるだけ近いほうがよい。内縁端から遠いと、雄型 500 で加圧した際、円板の材料が上方や半径方向外側に逃げてしまい、溝 101 内に有効に挿入されない。そこで、凹部 203 の位置は雄型 500 の先端 501 の抜け易さを考慮して、内縁端より若干半径方向外側とするのがよい。

凹部 203 の幅  $b$  と凹部 203 の底から溝 101 の上端までの距離  $S$  との比、 $S/b$  は一定の範囲にするのが望ましい。

第 11 図は  $S/b$  と、結合時の材料流動不足により溝内に生ずる隙間断面積との関係を求めた実験データである。第 12 図に第 11 図の(A)～(D)点に相当する断面のスケッチ図を示す。なお、溝深さ及び溝端の傾斜角  $\alpha$  ( $45^\circ$ ) 及び加圧力はいずれも等しい。

$S/b$  が小さい範囲では、溝の角部を除き隙間はほとんどない。 $S/b$  が  $3/4$  を越えると溝底に隙間が存在するようになり、 $S/b$  が 1 以上に

(11)

(a)～(a), (b)～(b), (c)～(c) 各断面共に材料がローレット内に流入しているが、特に溝底の(b)～(b)断面ではローレット底部を除いてほど完全に流入している。

第 15 図は、結合体の強度を廻りトルクについて求めた結果を示す。実験が本発明の方法によるもの、破壊が従来知られているローレット圧入方式によるものである。供試材料は、ボスが S38C、円板が S PHC である。また円板の外径  $D = 100 \text{ mm}$ 、板厚  $t = 5 \text{ mm}$ 、溝幅  $B = 2 \text{ mm}$ 、溝深さ  $H = 0.4 \text{ mm}$ 、 $\theta = 45^\circ$  である。なお、ローレット圧入方式は、軸 (外径  $d$ ) の外周にローレットを形成し、中空円板 (内径  $d$ 、外径  $D$ 、板厚  $t$ ) に圧入したもので材料は同じである。

本発明の方法によれば、ボス外径が例えば  $28 \text{ mm}$  の場合、廻りトルクは  $90 \sim 100 \text{ kg} \cdot \text{m}$  である。

ローレット圧入方式では、ローレット部分の中央付近でも、第 13 図(c)に示す程度より少ない量しか材料が流入せず、実質的な剪断面積が小さく、従つて廻りトルクは小さい。これに対し本発明で

(13)

なると急激に増加する。これは  $S$  が大きくなると雄型の先端から溝までの距離が遠くなり、その間に材料が塑性流動する際の摩擦抵抗が大きくなり、雄型による加圧力で円板の他の部分が変形する、例えば円板が半径方向に伸びるためである。これは加圧力を増加しても同じ結果になる。

溝 101 内の間隙が大きくなると、溝へ挿入された材料の緊迫力が小さくなり、結合強度が大幅に低下する。このような理由から  $S/b$  は  $3/4$  以下にするのが望ましい。

一方、 $S$  が零以下、すなわちマイナス側になると、前述したように、溝 101 内に挿入された材料の緊迫力が高くなり、結合強度は小さくなる。

以上の点を総合すると、 $S/b$  は次の関係にすることが望ましい。

$$0 \leq S/b \leq \frac{3}{4}$$

第 13 図は第 14 図の各断面における溝部ローレット内への材料の流动状況を示す結合部断面のスケッチ図である。

(12)

は、ローレット部分の中央付近は第 13 図(b)に示すように材料が溝内に充分に流入し、剪断面積が大きくなる結果剪断力が大きくなり、また緊迫力も大きくなる。

雄型で加圧する前に円板の端面全体に予荷重を加えることは、板面の反りを防ぐにも効果的である。

予荷重を加えず、雄型 500 のみで加圧すると、第 16 図に破線で示すような反りを生ずる。円板の外径  $D$  が  $100 \text{ mm}$  のもので、 $0.3 \sim 0.7 \text{ mm}$  の反りを生ずる。これを防ぐ目的及び溝内に材料が有効に挿入されるようにする目的のため、予荷重  $Z_0 = 0.3 \sim 1.0 Z_1$  とするのがよい。

第 17 図は本発明の他の実施例を示す。この実施例では、円板 200 をその上下の端面のみならず、外周面においても拘束するために (予応力  $Z_0$ ) 外型 420 を用いる。円板 200 は全表面を拘束されているため、雄型 501 で加圧した際材料が溝 101 内に完全に流入する。

この方法は、特に、円板 200 の上、下面の面

(14)

横が小さく、従つて、押え板300及びばね604による加圧のみでは充分な拘束力を得られないような場合に有効である。

第18図は本発明を自動二輪車の発電機、フライホイールマグネットに応用した場合の例を示す。エンジンの出力軸に連結される中空ボス100にカップ状のフライホイール210が結合される。エンジンの回転力が間歇的に変動するため、ボスとフライホイール間の結合力は大きな廻りトルクが要求されるが、本発明の結合方法によれば、この要求を満たすに充分な大きな結合力が得られる。

第19図は本発明を、歯車211と軸110との結合に利用した例を示す。歯車211の材料は比較的塑性変形の容易な高炭素鋼で、外周に近い歯部分のみ焼き入れ処理して用いる。

ところでボス100(又は軸)にローレット102を設ける位置は溝101の底でなければならない。

もし、第20図に示すように、ボス100の外周面にローレット120を形成すると次のよう

(15)

また、結合作業が冷間塑性加工法によるため作業性もすぐれている。

#### 図面の簡単な説明

第1図～第4図は從来公知の結合方法の一例を示すもので、第1図は結合前、第2図は結合後の状態を示す要部断面図、第3図は結合時の材料の流れ等を説明する図、第4図は金型で加圧開始する状態の説明図である。

第5図～第9図は本発明の一実施例を示し、第5図は、結合前のボス外観図、第6図は第5図のボスの溝部横断面を示す図である。第7図は結合前の円板の縦断面を示す図である。第8図はプレスによる結合工程を示す図、第9図は結合後の外観斜視図である。第10図は本発明における円板及びボス部の寸法関係についての説明図、第11図は本発明におけるS/bと隙間断面積の関係を示す図、第12図は第11図の(A)～(D)点についての結合部の状況を示す図、第13図は同じく結合部の状況を第14図に示す断面a-a, b-b, c-cについて示す図である。第15図は、本発

(17)

不具合を生ずる。まず、円板200を挿入すると、ローレット圧入となるため、円板の中空部201が削られ、かつ圧入部分に加工硬化を生ずる。そのため、ボスの溝101に対向する部分の円板側部分の材料が流れにくく、溝内に充分に充填しない。

また、ローレット圧入により円板の中空部が削られる結果、円板とボスの芯を一致させるのが困難になる。

なお、本発明において溝底にローレットを設ける代りに他の適当な手段を用いて、溝底に波形状部その他の凹凸部を設けてよい。この凹凸部は廻りトルクの増大に寄与するものであつて、加工が容易であり、かつ材料の塑性流動に適合するものであればよい。

本発明は、以上述べた実施例にとどまらず、軸、円筒等と平板、カップ状板その他各種形状の金属部材間に結合に適用できる。

本発明によれば、2個の金属部材を直接結合するものにおいて、機械的に強固な結合が得られ、

(16)

明の結合方法と從来公知のローレット圧入方式について廻りトルクを求めた結果を示す。

第16図は結合方法の差による円板面の反りの状況を示す図である。

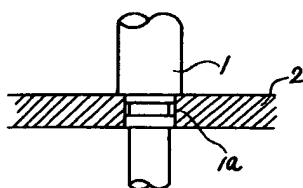
第17図は、本発明の結合方法の他の実施例を示す。

第18図は、本発明の方法で結合したフライホイールマグネットの要部断面図、第19図は、本発明の方法により結合した歯車の縦断面を示す図である。第20図は、本発明においてローレットを設ける位置について説明するための図である。  
100…ボス、200…円板、300…上押え板、500…雄型、602…スライド。

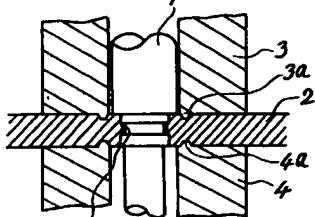
代理人 弁理士 高橋明夫

(18)

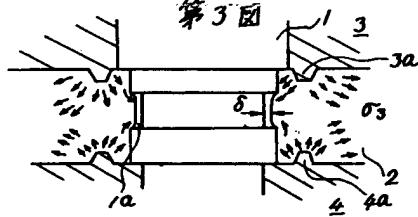
第1図



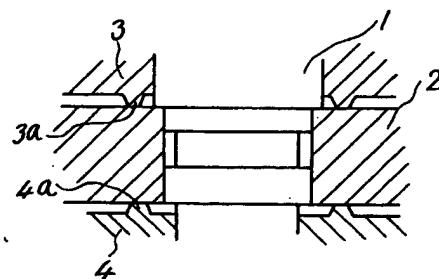
第2図



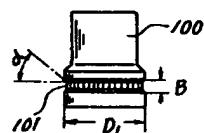
第3図



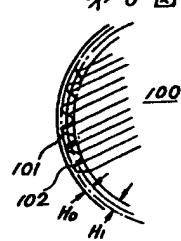
第4図



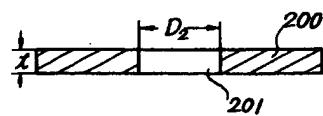
第5図



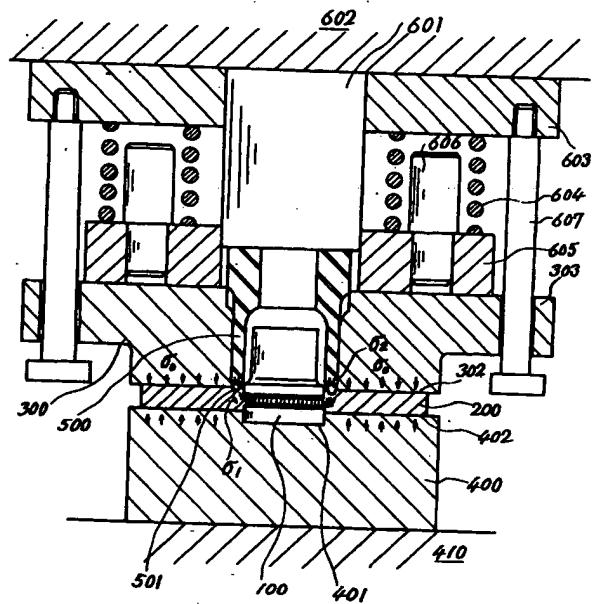
第6図



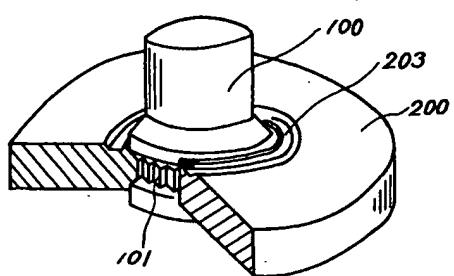
第7図



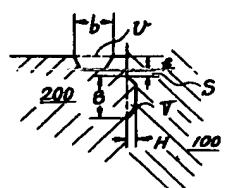
第8図



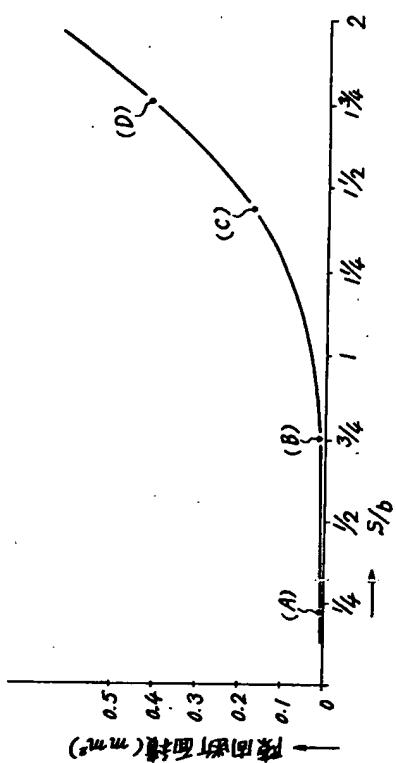
第9図



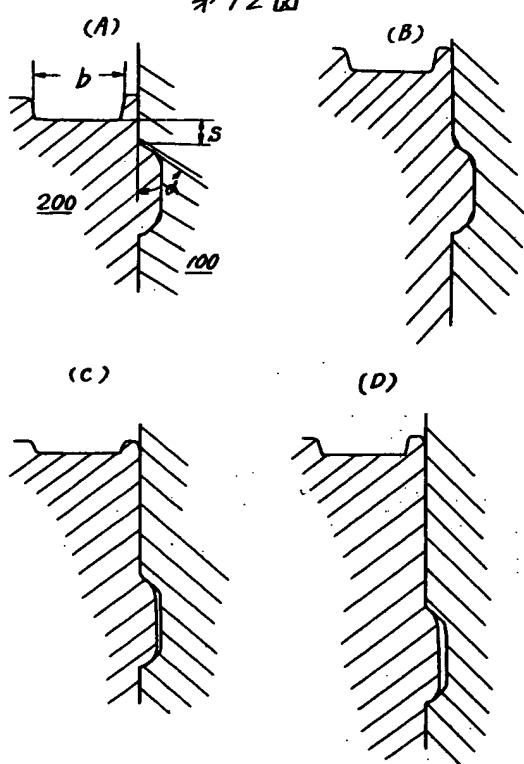
第10図



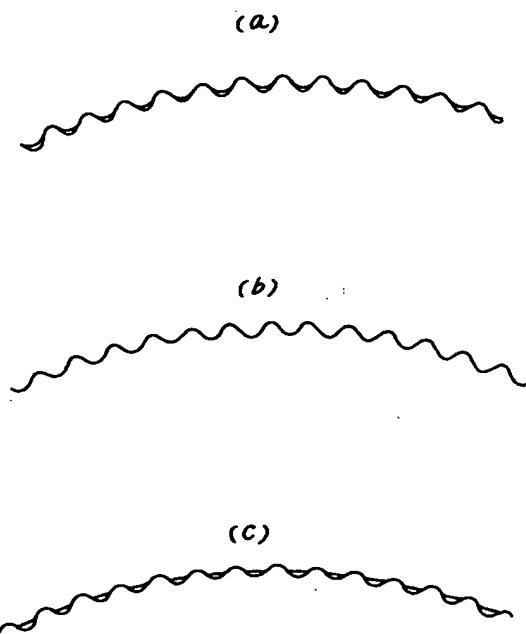
第11図



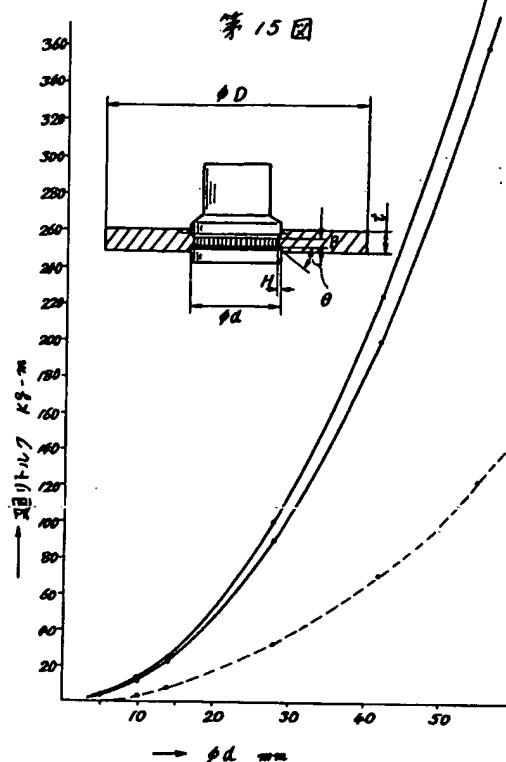
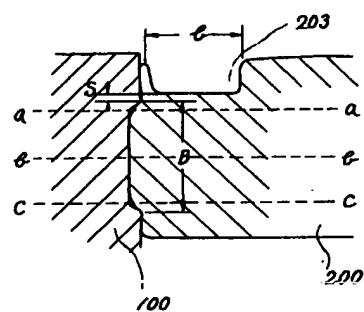
第12図



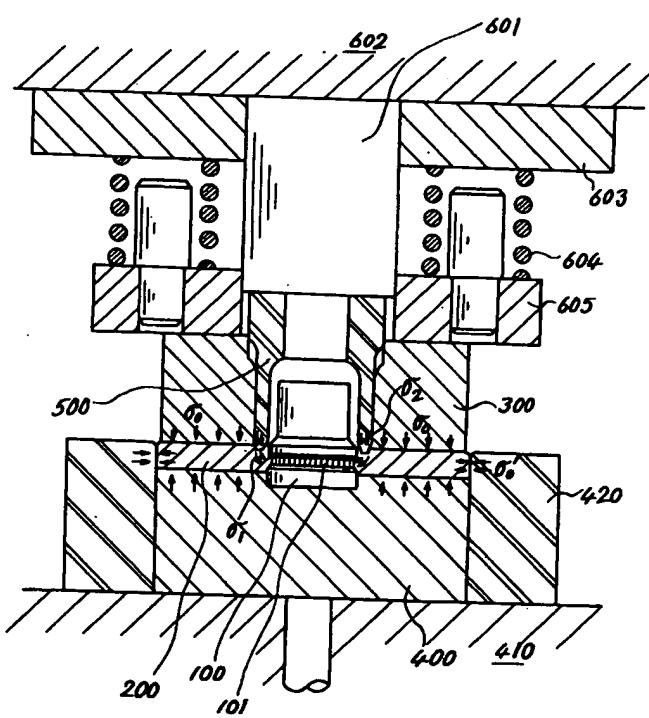
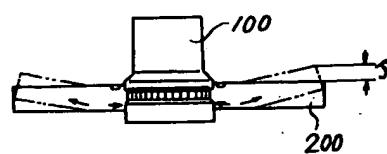
第13図



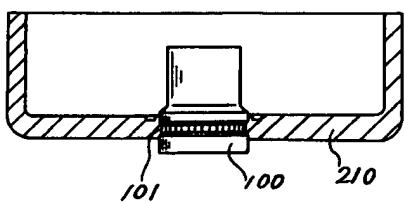
第14図



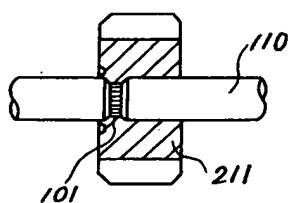
第16図



第18図



第19図



第20図

